



## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **05002259 A**(43) Date of publication of application: **08 . 01 . 93**

(51) Int. Cl.

**G03F 1/08**  
**H01L 21/027**
(21) Application number: **03152084**(71) Applicant: **NEC CORP**(22) Date of filing: **25 . 06 . 91**(72) Inventor: **TANABE YASUYOSHI**(54) **PHOTOMASK**

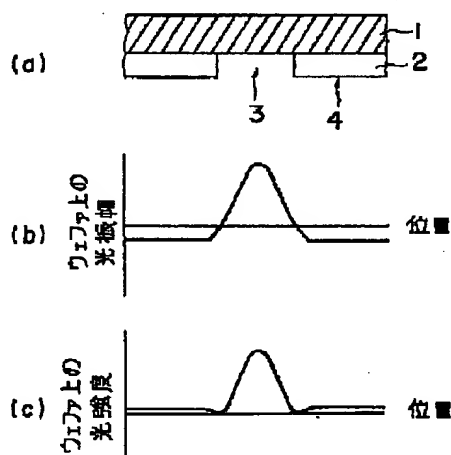
resolution of an isolated pattern.

(57) Abstract:

COPYRIGHT: (C)1993,JPO&amp;Japio

**PURPOSE:** To improve the resolution and facilitate its formation by determining the transmissivity of a phase member to light so that the intensity of light passed through the phase member is less than the sensitivity of photoresist exposed to the passed light.

**CONSTITUTION:** The film thickness of the translucent phase member 2 stuck on a transparent substrate 1 is so determined that the transmitted light is shifted by 180. This film thickness is hundreds of nm and much larger than the required film thickness of a translucent chromium film, so the phase member can precisely be formed. The transmissivity of the phase member 2 to the light is adjusted so that the intensity of the transmitted light is lower than the sensitivity of the photoresist. At this time, the translucent member 4 is low in strength, so the translucent part 4 is not transferred to the resist. Then, the transmitted light of the translucent part 4 is 180 out of phase with the transmitted light of the transparent part 3, so the lateral divergence of the transmitted light of the transparent part 3 due to diffraction is suppressed. Therefore, this photomask is used to improve the



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平 5 - 2 2 5 9

(43) 公開日 平成 5 年 (1993) 1 月 8 日

(51) Int. Cl. <sup>5</sup>

G03F 1/08

H01L 21/027

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

A 7369-2H

7352-4M

H01L 21/30

301 P

審査請求 未請求 請求項の数 1 (全 4 頁)

(21) 出願番号 特願平 3 - 1 5 2 0 8 4

(22) 出願日 平成 3 年 (1991) 6 月 2 5 日

(71) 出願人 0 0 0 0 0 4 2 3 7

日本電気株式会社

東京都港区芝五丁目 7 番 1 号

(72) 発明者 田▲邊▼ 容由

東京都港区芝五丁目 7 番 1 号 日本電気株式会社内

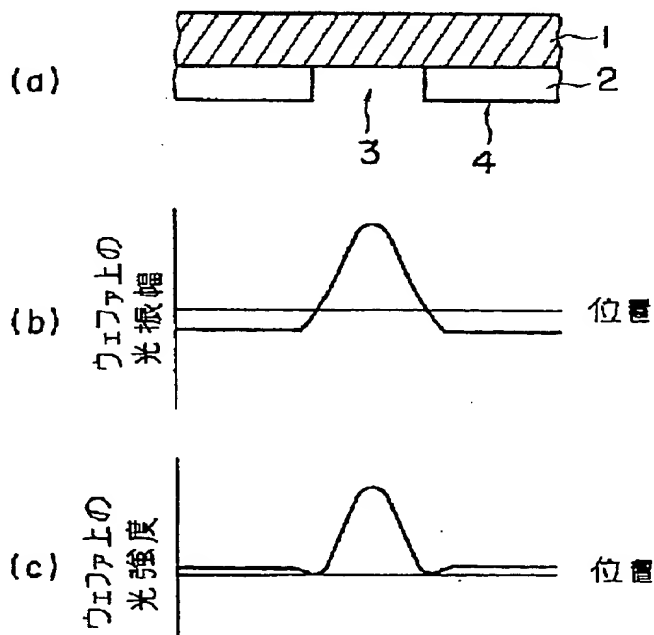
(74) 代理人 弁理士 岩佐 義幸

(54) 【発明の名称】 フォトマスク

(57) 【要約】

【目的】 孤立パターンをパターンの一部として有するフォトマスクを投影露光する場合、転写パターンの解像度を向上させ、なおかつ作成が簡便なフォトマスクを提供する。

【構成】 位相部材 2 を半透明にして僅かに光が透過するようにする。透過光の強度はフォトリソの感度以下になるように位相部材の光の透過率を定める。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】透明基板上に半透明な位相部材を設け、前記位相部材を透過した光の強度がこの透過した光により露光されるフォトリソの感度以下になるように前記位相部材の光の透過率を定めたことを特徴とするフォトマスク。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】本発明は投影露光装置で使用するフォトマスクに関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】特公昭 6 2 - 5 0 8 1 1 号公報（以降文献 1 とする）には投影露光装置によりウエファ上にマスクパターンを転写する場合に解像度を向上させる一手法として、透明部と不透明部から構成されたフォトマスク上の隣接する透明部の少なくとも一方に位相部材を付与し、両側を透過する照明光に位相差を与える方法が述べられている。この手法は透明部が近接したパターンの解像度を向上させるが、孤立したパターンの解像度は向上させない。

【0003】この問題を解決するため、特開昭 6 2 - 6 7 5 1 4 号公報（以降文献 2 とする）では第 1 の透明部の周囲に微細な第 2 の補助透明部を設け、第 1 の透明部および第 2 の補助透明部いずれか一方に位相部材を付与する手法が述べられている。第 2 の補助透明部を光学系の解像限界以下の微細なパターンにすると、第 2 の補助透明部は転写されず、同時に第 1 の透明部の解像度が向上する。第 1 の透明部のみが転写されるため、この手法は孤立したパターンに対しても有効である。

【0004】上記の 2 種類の手法では、フォトマスクは、不透明部、位相部材を付与しない透明部、位相部材を付与した透明部の 3 種類の部分で構成されている。このためフォトマスクの製造工程は複雑なものとなる。これに対し、第 3 8 回応用物理学会連合講演会講演予稿集（1991）p p . 5 3 5 , “位相シフト法による Sub  $\mu$ m リソグラフィー（9）—ハーフトーン位相シフトマスク”（以降文献 3 とする）には、透明部と、透明な位相部材を半透明なクロム膜上に付与した部分との 2 種類から構成されるフォトマスクが提案されている。このフォトマスクの断面図を図 2 に示す。1 はガラス基板、3 は透明部、4 は位相差  $180^\circ$  を与える半透明部、5 は半透明クロム膜、6 は透明な位相部材である。このフォトマスクは 2 種類の部分から構成されているため、文献 1 および 2 などの 3 種類の部分から構成されるフォトマスクに比べ構造が単純であり、それゆえ製造工程も比較的簡単になる。

【0005】以上の 3 つの文献では主に位相部材を透過した光の位相シフト量が  $180^\circ$  の場合を考察している。これに対し、特開平 1 - 1 4 7 4 5 8 号公報（以降文献 4 とする）では、位相シフト量が  $180^\circ$  からずれ

た場合に、最も解像度が向上する焦点位置が変動することを利用して、位相シフト量を部分的に  $180^\circ$  からずらすことにより段差のあるウエファ上に転写するパターン全体の解像度を向上する手法が述べられている。

## 【0006】

【発明が解決しようとする課題】図 2 に示された文献 3 のフォトマスクの構造は比較的単純ではあるが、半透明なクロム膜と透明な位相部材の 2 種類の層を形成する必要がある。また、半透明なクロム膜を形成するにはクロムの膜厚を数十 nm と非常に薄くする必要があり、このような膜を無欠陥で形成するのは難しい。

【0007】本発明の目的は、文献 3 のフォトマスクと同じように孤立パターンに対しても解像度を向上させる効果を持ち、作成がより簡便なフォトマスクを提供することにある。

## 【0008】

【課題を解決するための手段】本発明のフォトマスクは、図 1 (a) に示すような簡単な構造であり、透明基板 1 上に半透明な位相部材 2 を設け、位相部材を透過した光の強度がこの透過した光により露光されるフォトリソの感度以下になるように位相部材の光の透過率を定めたことを特徴としている。

## 【0009】

【作用】図 1 (b), (c) で本発明のフォトマスクにより孤立パターンの解像度が向上する理由を説明する。透明基板 1 に付着された半透明な位相部材 2 の膜厚は透過光の位相を  $180^\circ$  シフトさせる値となっている。この膜厚は数百 nm となり文献 2 で必要とされる半透明なクロム膜の膜厚よりずっと厚いため精度よく形成可能である。また、位相部材 2 の光の透過率は透過光の強度がフォトリソの感度より低くなるように調節される。このとき半透明部 4 は強度が弱いのでレジストには転写されない。また同時に、半透明部 4 の透過光は透明部 3 の透過光とは位相が  $180^\circ$  異なるため、透明部 3 の透過光の回折による横方向への広がりを抑えている。それゆえ、本発明のフォトマスクを用いると孤立パターンの解像度が向上する。文献 2 において、本発明と同様な効果は透明部の近傍に位相を反転した微細な補助透明部を設けることにより得られているが、本発明に比べてより複雑な構造となっている。

## 【0010】

【実施例】図 1 (a) は本発明の一実施例であるフォトマスクの断面を示す。透明なガラス基板 1 の下に半透明な位相部材 2 を付着させている。位相部材の屈折率  $n$  は通常 1.5 程度なので、露光光源の波長として  $\lambda = 365 \text{ nm}$  を用いると、位相部材の膜厚を  $\lambda / 2 / (n - 1) \sim 365 \text{ nm}$  とすることにより  $180^\circ$  の位相シフト量が得られる。透明部 3 の幅を  $1.5 \mu\text{m}$ 、縮小光学系の倍率  $1/5$ 、縮小レンズの開口径数  $NA = 0.5$ 、コヒレンスファクター  $\sigma = 0.5$  として、ウエファ上の光

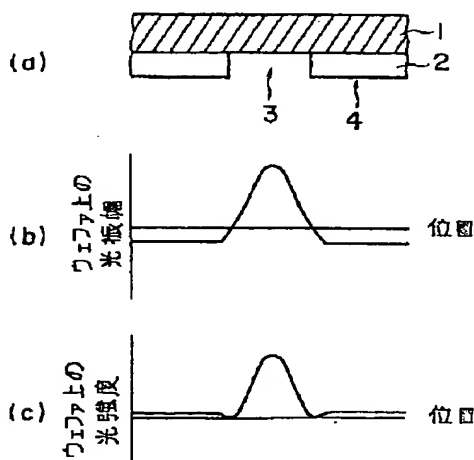
強度を計算した結果を図 3 に示す。光強度は透明部の中心で 1 となるように規格化してある。7 は半透明部 4 の光の透過率が 0 % の場合のウエファ上の光強度分布を、8 は透過率が 5 % の場合のウエファ上の光強度分布を、9 は透過率が 1 0 % の場合のウエファ上の光強度分布を示している。透過率は 0 % の場合は不透明な膜を用いた場合と同じ結果を与える。また、半透明部 4 の光の透過率を 5 % あるいは 1 0 % とすることにより、光強度分布の幅が不透明な膜を用いた場合に比べ狭くなり解像度が向上することがわかる。但し、このとき透明部 3 の中心

【0 0 1 1】半透明な位相部材 2 は、例えば前記波長において光の透過率の高い二酸化珪素と透過率の低い三酸化ニクロムをスパッタリングにより混合して透明基板上に積層することにより形成される。あるいは前記波長において透明な S O G ( スピンオングラス ) に不純物を混合することにより透過率を下げ、これを塗布することによっても形成可能である。露光波長がより短波長になると S O G の透過率が下がるため、不純物を混合しなくても半透明な位相部材が形成される。

【0 0 1 2】以上、位相シフト量として 1 8 0 度の場合を例として挙げたが、文献 4 に述べられているように位相シフト量を 1 8 0 度からずらすことにより段差のあるウエファ上に転写するパターン全体の解像度を向上させることができる。

【0 0 1 3】

【図 1】



【発明の効果】本発明のフォトマスクは、透明基板に半透明な位相部材を付着させるだけなので作成が非常に簡単である。半透明な位相部材の膜厚は、光の透過率を同一にした場合、半透明なクロム膜よりずっと厚くとれるため欠陥も生じにくい。本発明のフォトマスクを用いることにより、孤立パターンをパターンの一部として有するフォトマスクを投影露光する場合、転写パターンの解像度を向上させることが出来る。

【図面の簡単な説明】

【図 1】 (a) は本発明の一実施例を示すフォトマスク断面図、(b)、(c) はこのフォトマスクを使用した場合のウエファ上での透過光の振幅および強度を示す図である。

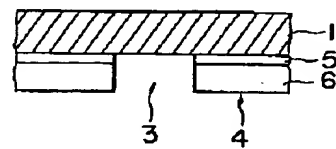
【図 2】従来の文献 3 中のフォトマスクの断面図である。

【図 3】図 1 (a) のフォトマスクにおける半透明部 4 の光の透過率を様々に変化させた場合のウエファ上における透過光の強度分布を示す図である。

【符号の説明】

- 1 ガラス基板
- 2 半透明な位相部材
- 3 透明部
- 4 位相差 1 8 0 ° を与える半透明部
- 5 半透明クロム膜
- 6 透明な位相部材
- 7 透過率が 0 % の場合のウエファ上の光強度分布
- 8 透過率が 5 % の場合のウエファ上の光強度分布
- 9 透過率が 1 0 % の場合のウエファ上の光強度分布

【図 2】



【 図 3 】

